动 物 学 研 究 2002, Oct. 23 (5): 379 ~ 383 CN 53 - 1040/Q ISSN 0254 - 5853
Zoological Research

下丘脑—垂体—甲状腺轴在冷暴露长爪沙鼠产热中的作用

杨 明，李庆芬[1]，黄晨西

(北京师范大学 生命科学学院 生物多样性与生态工程教育部重点实验室，北京 100875)

摘要：为探讨冷暴露小哺乳动物褐色脂肪组织（BAT）产热的调节机理，在已有的冷暴露长爪沙鼠（*Meriones unguiculatus*）BAT产热变化研究的基础上，测定了急性（1 d）及长期（3周）冷暴露［（4 ± 1）℃］雄性长爪沙鼠下丘脑和正中隆起中促甲状腺激素释放激素（TRH）含量、血清甲状腺激素（T_3、T_4）和去甲肾上腺素（NE）浓度以及BAT中$T_4$5' 脱碘酶活性的变化。与常温对照组相比，冷暴露1 d长爪沙鼠下丘脑TRH含量减少，正中隆起TRH含量、血清T_3和NE浓度以及BAT中$T_4$5' 脱碘酶活性均增加，血清T_4浓度降低；冷暴露3周后，下丘脑TRH含量回升到接近对照组水平，正中隆起TRH含量、血清T_3浓度、BAT中$T_4$5' 脱碘酶活性均在冷暴露1 d的基础上进一步增加，血清T_4浓度进一步降低，血清NE浓度维持在冷暴露1 d的高水平。结果分析推测，冷暴露激活了长爪沙鼠下丘脑—垂体—甲状腺（HPT）轴激素的合成和分泌，并激活了外周交感神经系统，导致产热增加。

关键词：长爪沙鼠；冷暴露；褐色脂肪组织；下丘脑—垂体—甲状腺轴

中图分类号：Q959.837；Q494 **文献标识码**：A **文章编号**：0254 - 5853(2002)05 - 0379 - 05

Action of Hypothalamus - pituitary - thyroid Axis on Thermogenesis in Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*) Exposed to Cold

YANG Ming，LI Qin-fen，HUANG Chen-xi

(*Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineering*，*College of Life Sciences*，*Beijing Normal University*，*Beijing* 100875，*China*)

Abstract: By mensurating thyrotropin - releasing - hormone (TRH) content in hypothalamus and median eminence (ME), T_4, T_3 and norepinephrine (NE) concentration in serum, and $T_4$5' deiodinase activity in brown adipose tissue (BAT), regulative mechanism of BAT thermogenesis was investigated in adult male Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*), which randomly divided into three groups that control group kept in room temperature of (24 ± 2)℃, and acute and chronic cold exposed groups kept in (4 ± 1)℃ for 1 day and 3 weeks respectively. When animals were put into acute cold condition, their TRH content in hypothalamus decreased while that in ME arose, and T_3 and NE concentration in serum and $T_4$5' deiodinase activity in BAT increased while T_4 concentration in serum decreased compared with those in control group. Animals having been exposed to cold for 3 weeks, their TRH content in hypothalamus restored to the normal level, while TRH content in ME, T_3 level in serum and $T_4$5' deiodinase activity in BAT were higher and T_4 level in serum was lower than those in acute cold exposure group, and NE concentration in serum was still higher than that of control animals although it showed a decrease tendency as compared with acute cold exposed animals. It suggested that the cold exposure might activate the procedure of synthesis and secretion of hormones in hypothalamus - pituitary - thyroid (HPT) axis and the sympathetic nerve system in Mongolian gerbil, which brought on the occurrence of heat production for responding to changes of environmental temperature.

Key words: *Meriones unguiculatus*; Cold exposure; Brown adipose tissue; Hypothalamus - pituitary - thyroid

---

收稿日期：2001 - 12 - 10；接受日期：2002 - 05 - 20

基金项目：国家自然科学基金资助项目（39970124）

1. 通讯作者，E-mail：lidu@bnu.edu.cn

非冬眠小哺乳动物在冷暴露环境下主要通过增加产热维持恒定的体温，冷驯化中静止代谢率（RMR）与非颤抖性产热（NST）均增加。褐色脂肪组织（brown adipose tissue，BAT）是小哺乳动物NST的主要部位，BAT产热受神经和内分泌因素的调节。控制BAT产热的中枢主要位于下丘脑（Bamshad *et al*.，1999），支配BAT的外周交感神经，对冷环境下动物BAT形态和产热功能变化起重要作用。冷暴露动物的外周甲状腺激素水平上升，甲状腺激素能诱导动物基础及冷暴露条件下RMR与NST的增加；而低甲状腺激素动物长期暴露于冷环境下无法存活（Liu *et al*.，1997）。由此推测，冷胁迫刺激动物下丘脑—垂体—甲状腺（HPT）轴和交感神经，调节动物专性和兼性产热的冷诱导反应（刘小团等，2001）。但冷暴露长爪沙鼠外周甲状腺激素水平差异很大（蔡理全等，1998；刘小团等，2001），而且不同性别的动物，激素水平不尽相同，雌性动物的激素水平易受繁殖周期的影响。长爪沙鼠（*Meriones unguiculatus*）是分布于蒙古和我国北部荒漠和半干旱地区的优势鼠种，我们研究组对该鼠在冷暴露条件下适应性产热的变化已有较详细的研究（蔡理全等，1998；王煜等，2000；李庆芬等，2001）。在此基础上，通过对雄性长爪沙鼠在急性和长期冷暴露下，中枢促甲状腺激素释放激素（TRH）含量、外周甲状腺激素和交感神经的主要递质去甲肾上腺素（NE）水平的变化，进一步探讨HPT轴对冷暴露长爪沙鼠产热的调节机制。

1 材料和方法

1.1 实验动物

雄性长爪沙鼠（*Meriones unguiculatus*）购于北京医科大学实验动物部，在北京师范大学生命科学学院实验动物房饲养繁殖。人工控温（24±2）℃，控光12 L∶12 D（早晨6：00给光），喂以北京科澳协力饲料有限公司生产的标准鼠饲料，水和食自取。实验动物体重50.6～79.8 g，随机分为3组：对照组，仍然在实验动物房饲养；冷1天组，冷暴露1 d；冷3周组，冷暴露3周。冷暴露室温为（4±1）℃，光照条件与对照组相同。冷暴露结束后，断颈取血制备血清，并迅速取出下丘脑、正中隆起和BAT存入液氮。

1.2 促甲状腺激素释放激素（TRH）含量测定

下丘脑及正中隆起组织块用1 mL 0.1 *N* HCl超声破碎，4℃离心，各取上清0.4 mL冷冻干燥，用于TRH含量的测定；并取少量上清，按Folin-phenol法以牛血清蛋白为标准，测定蛋白含量。

冻干样品测定前用PBS缓冲液溶解，用中国北方生物技术公司生产的TRH放射免疫药盒测定。预实验中，待测样品对半稀释的反应曲线，显示出与标准曲线有很好的平行关系。

1.3 T_4'5脱碘酶（$T_4$5'-DⅡ）活性测定

取新鲜BAT称重，用10倍体积缓冲液（0.32 mol/L Sucrose，10 mmol/L HEPES，20 mmol/L DTT，1 mmol/L EDTA，pH 7.0）匀浆，离心（4℃，800 *g*，15 min），上清即为制备的粗酶液。

以T_4为底物，37℃反应1 h，用2倍体积的冷无水乙醇终止反应，空白对照先用2倍体积的冷无水乙醇使酶变性后再加T_4进行反应。产物T_3用中国原子能研究院生产的T_3放射免疫药盒测定（刘小团等，2001）。

1.4 三碘甲腺原氨酸（T_3）和甲状腺素（T_4）浓度测定

血清中T_3和T_4的浓度用中国原子能研究院生产的放射免疫药盒测定。

1.5 去甲肾上腺素（NE）浓度测定

血清中NE用2 mol/L高氯酸抽提，经中性Al_2O_3吸附，0.3 mol/L醋酸浸泡提取，中性条件下$K_3Fe(CN)_6$氧化，产物在碱性溶液中生成三羟基吲哚类的荧光化合物（白海波等，1999），荧光光谱仪检测，激发光波长410 nm，发射光波长524 nm。

1.6 统计学分析

用SPSS统计软件包，考察（explore）数据，去除极值后，进行正态分布（1 sample K-S）检验及单因子方差分析（one-way ANOVA）。数据以平均数±标准误（mean±*SE*）表示。

2 结果

2.1 BAT重量及其蛋白含量

长爪沙鼠冷暴露1 d，BAT的重量和线粒体蛋白含量与对照相比无明显变化。冷暴露3周，BAT绝对重量为对照的183.9%，相对重量为对照的180.6%，线粒体蛋白含量为对照的120.5%，差异均显著（表1）。

2.2 下丘脑和正中隆起TRH含量

冷暴露 1 d，长爪沙鼠下丘脑 TRH 含量明显降低，为对照的 68.7%，正中隆起 TRH 含量有增加趋势。冷暴露 3 周，下丘脑 TRH 含量恢复到接近对照动物的水平，而正中隆起 TRH 含量明显增高，为对照的 115.5%（表 2）。

2.3　BAT $T_4$5'-DⅡ活性

冷暴露 1 天组 BAT $T_4$5'-DⅡ特殊活性及整体活性均增加，3 周后酶活进一步增加，整体活性为对照的 4.5 倍（表 3）。

2.4　血清 T_3 和 T_4 浓度

冷暴露 1 d，动物血清 T_3 浓度急剧上升，为对照的 179%。冷暴露 3 周，血清 T_3 浓度进一步上升，为对照的 229%。血清 T_4 浓度在冷暴露中减少，冷 3 周为对照的 58%。冷暴露 1 d，动物 T_3 对 T_4 的比率明显上升，为对照的 234%，3 周时为对照的 363%（表 4）。

2.5　血清 NE 浓度

冷暴露长爪沙鼠血清 NE 含量明显升高，冷暴露 1 天组为对照的 233%，冷暴露 3 周组为对照的 193%（图 1）。

表 1　冷暴露长爪沙鼠 BAT 重量及其线粒体蛋白含量

Table 1　BAT weight and its content of mitochondrial protein in Mongolian gerbils exposed to cold

组别 Group	重量 Weight		线粒体蛋白含量 Content of mitochondrial protein (mg/g BAT)
	绝对重量 Absolute weight (g)	相对重量 Relative weight (g/100 g BW)	
对照 Control	0.23 ± 0.011 (7)	0.42 ± 0.019 (7)	25.4 ± 1.29 (7)
冷 1 天 Cold 1 day	0.18 ± 0.008 (6)	0.34 ± 0.015 (6)	26.7 ± 0.34 (5)
冷 3 周 Cold 3 weeks	0.38 ± 0.029 (7)* +	0.65 ± 0.06 (7)* +	30.6 ± 1.90 (5)*

* 与对照组比较，+ 与冷 1 天组比较，$P < 0.05$；括号内数字为样本量。下表相同。

* Compare with control, + compare with cold 1 day group, $P < 0.05$. The sample size is shown in parentheses. Following tables kept in the same.

表 2　冷暴露长爪沙鼠下丘脑和正中隆起 TRH 含量变化

Table 2　TRH content in hypothalamus and median eminence in Mongolian gerbils exposed to cold

组别 Group	下丘脑 Hypothalamus (pg/mg protein)	正中隆起 Median eminence (ng/mg protein)
对照 Control	91.3 ± 3.27 (5)	2.07 ± 0.03 (5)
冷 1 天 Cold 1 day	62.7 ± 8.69 (4)*	2.22 ± 0.13 (4)
冷 3 周 Cold 3 weeks	88.7 ± 3.88 (4)+	2.39 ± 0.07 (4)*

表 3　冷暴露长爪沙鼠 BAT $T_4$5' 脱碘酶活性比较

Table 3　$T_4$5' deiodinase activity of BAT in Mongolian gerbils exposed to cold

组别 Group	特殊活力 Specific activity [pmol T_3/(mg pro.·h)]	整体活力 Total activity [pmol T_3/(organ·h)]
对照 Control	1.55 ± 0.41 (6)	44.82 ± 9.73 (6)
冷 1 天 Cold 1 day	3.45 ± 1.42 (6)	90.02 ± 33.32 (6)
冷 3 周 Cold 3 weeks	3.57 ± 1.46 (6)	202.27 ± 77.46 (6)*

表 4　冷暴露长爪沙鼠血清 T_3 和 T_4 浓度

Table 4　T_3 and T_4 concentration in serum of Mongolian gerbils exposed to cold

组别 Group	T_3 (ng/mL)	T_4 (ng/mL)	T_3/T_4 * 100 (%)
对照 Control	0.68 ± 0.05 (7)	36.25 ± 4.81 (7)	2.08 ± 0.28 (7)
冷 1 天 Cold 1 day	1.22 ± 0.06 (7)*	27.86 ± 4.16 (7)	4.86 ± 0.59 (7)*
冷 3 周 Cold 3 weeks	1.56 ± 0.13 (6)* +	20.90 ± 1.96 (6)*	7.54 ± 0.48 (6)* +

3　讨　论

以前的研究表明，长爪沙鼠冷暴露 1 d 时，肝细胞线粒体呼吸、肝脏和 BAT 线粒体细胞色素 C 氧化酶活力、BAT 线粒体 α－磷酸甘油氧化酶活力及线粒体 GTP 结合能力均有所提高，UCP mRNA 水平增加。长期冷暴露长爪沙鼠，各项产热指标进一步提高，在冷暴露 3～4 周时达到最大值（蔡理全等，1998；王煜等，2000；李庆芬等，2001）；并且，随着冷暴露时间的延长，肝脏和 BAT 脱碘酶活性逐渐加强，血清 T_3 的浓度逐渐增加（蔡理全等，1998；刘小团等，2001）。本研究中，冷暴露长爪沙鼠 BAT 重量及 BAT 线粒体蛋白含量的变化与上述实验结果基本一致，表明冷暴露过程中长爪沙鼠 BAT 产热增加。BAT $T_4$5'-DⅡ活力和血清 T_3 浓度的变化趋势与上述报道相似，但长爪沙鼠基础条件下血清 T_3 浓度高于刘小团等（2001）的报道，血清T_4浓度及其随冷暴露时间的延长而下降的变

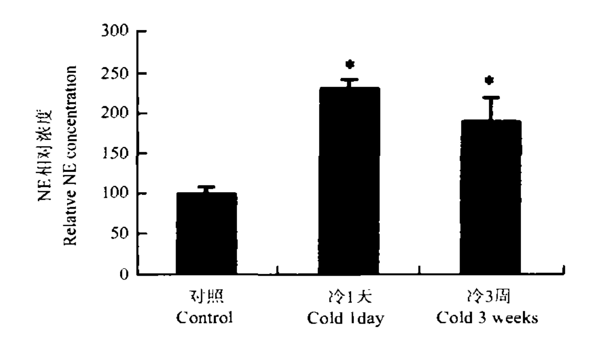


图 1 冷暴露长爪沙鼠血清 NE 相对浓度

Fig.1 Relative NE concentration in serum of Mongolian gerbils exposed to cold

对照组 NE 相对浓度按 100 计。

Relative NE concentration in control group as 100.

化趋势也不同于蔡理全等（1998）和刘小团等（2001）的报道，这可能与实验动物的性别有关。

下丘脑合成和释放的 TRH 通过垂体促甲状腺激素（TSH）调节甲状腺功能，正中隆起是下丘脑神经肽释放的通路，正中隆起 TRH 含量的水平反映了下丘脑 TRH 合成和释放的动态平衡过程。长爪沙鼠冷暴露 1 d 时，下丘脑 TRH 含量明显降低，同时正中隆起 TRH 含量有增加趋势，表明急性冷暴露时长爪沙鼠下丘脑 TRH 的释放超过了合成；冷暴露 3 周后，下丘脑 TRH 回升至接近对照动物的水平，同时正中隆起 TRH 含量继续升高；因此冷暴露长爪沙鼠下丘脑 TRH 的合成和释放可能均增加，即下丘脑 TRH 的合成和释放持续处于激活状态，由此我们推断 TRH 很可能促进垂体—甲状腺的分泌。本研究中，冷暴露 1 d 长爪沙鼠 BAT 中 $T_4$5' 脱碘酶活性增加到对照组的 2.2 倍，冷暴露 3 周时达到对照的 4.5 倍，这就大大提高了 BAT 中 T_4 向活性更强的 T_3 转化的效率。此外，由于甲状腺分泌活性增加，也会激活外周组织如肝、肾等的 Ⅰ 型脱碘酶，使 T_4 转化成 T_3 的效率提高（刘小团等，2001）；因而，冷暴露长爪沙鼠血清 T_3 浓度、T_3 与 T_4 的比率都随冷暴露时间的延长而增加。这与 SD 实验大鼠的研究结果相似：将 SD 大鼠分别冷暴露 6 和 30 h，其下丘脑 PVN 细胞水平的 TRH mRNA 显著增加，血清 TSH、T_3 水平也增加（Zoeller *et al*., 1990）。可见，冷暴露持续激活了长爪沙鼠 HPT 轴，促进甲状腺激素的分泌和外周 T_4 向 T_3 的转化，增加血清 T_3 浓度。

甲状腺激素是哺乳动物适应性产热的重要调节因子（Jansky，1995）。在冷暴露啮齿动物中，T_3 一方面通过影响线粒体结构，加速底物氧化，刺激钠、钾转运系统等途径，增加冷暴露条件下的 RMR，长爪沙鼠在急性冷暴露条件下产热的增加以此为主（蔡理全等，1998）；另一方面，通过作用于 BAT 细胞核受体，刺激 UCP 的基因表达（Rabelo *et al*.，1996），从而增加 BAT 产热，长爪沙鼠冷暴露 1～2 周时 BAT 中 UCP mRNA 含量达到最大值，3～4 周时仍高于急性冷暴露组（王煜等，2000；李庆芬等，2001）；此外，血清 T_3 与交感神经末梢释放的 NE 有协同作用，NE 是 BAT 产热的必要成分，通过 BAT 细胞膜上的 β 肾上腺素能受体及信号转导蛋白，激活细胞内腺苷酸环化酶系统，产生大量的环磷酸腺苷（cAMP），进一步引起细胞内级联反应，使 BAT 线粒体呼吸与氧化磷酸化解偶联增加产热，T_3 能够放大 cAMP 对 NE 刺激的反应，从而使线粒体产热大大增加（Jesus *et al*.，2001）。本实验中，急性冷暴露（冷 1 天）的长爪沙鼠血清 NE 含量明显增加，长期冷暴露（冷 3 周）后 NE 仍维持较高水平，证明冷暴露持续激活其交感神经系统。

长爪沙鼠的生境主要为半荒漠区的高平原及丘陵荒漠草原中的农牧混交区、丘陵草原和山地草原、山顶农田或人工草地等，通常生境中草场严重退化和沙化（武晓东和付和平，2000），其地理分布区域及生境的植被特点意味着，动物要耐受每日气温的剧烈变化和漫长的冬季严寒。长爪沙鼠在长期进化过程中，形成了适应于其生境的产热和体温调节特点以及神经内分泌调节机制：即在基础条件下，循环中甲状腺激素水平较低，静息代谢率也较低，这是对干旱环境的一种适应机制，可使动物对食物和水的需求降至最低（刘小团等，2001）；冷暴露过程中，HPT 轴的激活和外周甲状腺激素代谢的加快，一方面增加 RMR，这是气温日变化时（急性冷暴露）长爪沙鼠产热增加的主要方式，另一方面也增加 NST 的关键分子 UCP1 的合成，使 NST 能力在冬季长期冷环境中大幅度增加。冷暴露也激活长爪沙鼠交感神经系统，使血清中 NE 含量维持较高水平，NE 与 T_3 协同作用，刺激产热增加。

参考文献：

Bai H B, Du J Z, Zheng X X. 1999. The enhancing effects of arginine-vasopressin on antibody level and lymphocyte proliferation of rats [J]. *Acta Physiologica Sinica*, **51** (4): 435 - 438. [白海波，杜继曾，郑筱祥. 1999. 精氨酸加压素对大鼠抗体产生和淋巴细胞增殖的上调作用. 生理学报，**51** (4): 435 - 438.]

Bamshad M, Song C K, Bartness T J. 1999. CNS origins of the sympathetic nervous system outflow to brown adipose tissue [J]. *Am. J. Physiol.*, **276** (Regulatory Integrative Comp. Physiol. 45): R1569 - R1578.

Cai L Q, Huang C X, Li Q F. 1998. The adaptive thermogenesis of the brown adipose tissue of the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) [J]. *Acta Zool. Sin.*, **44** (4): 391 - 397. [蔡理全，黄晨西，李庆芬. 1998. 长爪沙鼠褐色脂肪组织的适应性产热. 动物学报，**44** (4): 391 - 397.]

Jansky L. 1995. Humoral thermogenesis and its role in maintaining energy balance [J]. *Physiol. Rev.*, **75** (2): 237 - 259.

Jesus L A de, Carvalho S D, Ribeiro M O, *et al*. 2001. The type 2 iodothyronine deiodinase is essential for adaptive thermogenesis in brown adipose tissue [J]. *J. Clin. Invest.*, **108**: 1379 - 1385.

Li Q F, Liu X T, Huang C X, *et al*. 2001. Thermogenic capacity and expression of uncoupling protein gene of brown adipose tissue from Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) during cold acclimation [J]. *Acta Zoologica Sinica*, **47** (4): 388 - 393. [李庆芬，刘小团，黄晨西，等. 2001. 长爪沙鼠冷驯化过程中褐色脂肪组织产热活性及解偶联蛋白基因表达. 动物学报，**47** (4): 388 - 393.]

Liu X T, Li Q F, Huang C X, *et al*. 1997. Effects of thyroid status on cold-adaptive thermogenesis in Brandt's vole, *Microtus brandit* [J]. *Physiological Zoology*, **70** (3): 352 - 361.

Liu X T, Li Q F, Huang C X, *et al*. 2001. Variation of thyroid hormone in Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) during cold exposure [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **21** (2): 132 - 136. [刘小团，李庆芬，黄晨西，等. 2001. 长爪沙鼠冷驯化过程中甲状腺激素的变化. 兽类学报，**21** (2): 132 - 136.]

Rabelo R, Reyes C, Schifman A, *et al*. 1996. Interactions among receptors, thyroid hormone response elements, and ligands in the regulation of the rat uncoupling protein gene expression by thyroid hormone [J]. *Endocrinology*, **137** (8): 3478 - 3487.

Wang Y, Huang C X, Li Q F, *et al*. 2000. Effect of cold exposure on BAT and UCP mRNA in Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) [J]. *Journal of Beijing Normal University* (*Natural Science*), **36** (5): 695 - 698. [王　煜，黄晨西，李庆芬，等. 2000. 冷暴露对长爪沙鼠 BAT 及 UCP mRNA 的影响. 北京师范大学学报（自然科学版），**36** (5): 695 - 698.]

Wu X D, Fu H P. 2000. Study on rodent community structure and pest harm type in semi-arid region of Inner Mongolia [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **20** (1): 21 - 29. [武晓东，付和平. 2000. 内蒙古半干旱区鼠类群落结构及鼠害危害类型的研究. 兽类学报，**20** (1): 21 - 29.]

Zoeller R T, Kabeer N, Albers H E. 1990. Cold exposure elevates cellular levels of messenger ribonucleic acid encoding thyrotropin-releasing hormone in paraventricular nucleus despite elevated levels of thyroid hormones [J]. *Endocrinology*, **127** (6): 2955 - 2961.

简 讯

黄腹噪鹛在中国婺源的重新发现

洪元华[1]，郑磐基[1]，刘智勇[2]，何芬奇[3]

（1. 江西省婺源县林业局，江西 婺源　333200；2. 江西省林业厅野生动植物保护管理局，江西 南昌　330046；
3. 中国科学院动物研究所，北京　100080）

黄腹噪鹛（*Garrulax galbanus*）为罕见的珍稀鸟种，1874 年由英国人 Godwin-Austen 依据其 1873 年采自印度阿萨姆邦 Munipur 河谷的标本而定名（Godwin-Austen，1874）。1923 年，法国鸟类学会主席 M. A. Ménégaux 将法国植物学家 F. Courtois 神甫 1919 年 9 月采自中国婺源县（婺源县当时隶属安徽省管辖）的标本命名为噪鹛属一新种 *Garrulax courtoisi*（Ménégaux，1923）。尽管上述两鸟种的发现地相距在 2 000 km 以上，且其间并没有任何分布记录出现，Berlioz 此后不久在其对噪鹛属种类的系统研究中将 *Garrulax courtoisi* 列为 *Garrulax galbanus* 种下的一亚种（Berlioz，1930）。1982 年，我国鸟类学家郑作新和唐瑞昌将 1956 年采自云南思茅的标本定名为 *Garrulax galbanus simaoensis*（郑作新和唐瑞昌，1982）。

笔者从 1994 年开始在婺源县境内找寻黄腹噪鹛的踪迹，经过 7 年的努力，终于在 2000 年 5 月找到了黄腹噪鹛的两个繁殖群共约 80 ~ 90 只个体。随后在 2001 年，又找到另外两个繁殖群，所见个体的数量总计约 150 ~ 160 只。2002 年，发现其中的一个繁殖群分化成隔河相望的两个，并有进一步分化的态势。

通过 2000 ~ 2002 年的野外观察，婺源黄腹噪鹛于繁殖季节的行为可简单地概括为分布于海拔 100 m 以下，明显地表现为呈集群繁殖而无大多数噪鹛属种类所具的占域现象，多营巢于高大阔叶树的树冠部位，又营巢于针叶树种，群体有固定的夜宿地点，当年幼鸟一旦成长发育到具备飞行能力，整个群体即离开繁殖地。黄腹噪鹛于非繁殖季节究竟在哪种生境下生活，目前尚不清楚。

（下转第 404 页）